

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUKSEN MONISTESARJA

Nro 97

IHMISEN TOIMINNAN VAIKUTUS POHJAVETEEN

V PUUNKYLLÄSTÄMÖT

Esko Mälkki
Riitta Häkkinen
Pirkko Nevalainen
Aarno Särkioja

V E S I - J A Y M P Ä R I S T Ö H A L L I T U K S E N
M O N I S T E S A R J A

Nro 97

IHMISEN TOIMINNAN VAIKUTUS POHJAVETEEN

V PUUNKYLLÄSTÄMÖT

Esko Mälkki
Riitta Häkkinen
Pirkko Nevalainen
Aarno Särkioja

Vesi- ja ympäristöhallitus
Helsinki 1988

Tekijät ovat vastuussa julkaisun sisällöstä eikä siihen voida vedota vesi- ja ympäristöhallituksen virallisena kannanottona.

Julkaisua saa vesi- ja ympäristöhallituksen teknisestä tutkimustoimistosta.

ISBN 951-47-0312-x
ISSN 0783-3288

Painopaikka: Vesi- ja ympäristöhallituksen monistamo,
Helsinki 1988

TIIVISTELMÄ

Mälkki, E., Häkkinen, R., Nevalainen, P. & Särkioja, A. 1988. Ihmisen toiminnan vaikutus pohjaveteen. V Puunkyllästämöt. 42 s. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 97. Helsinki. ISBN 951-47-0312-x, ISSN 0783-3288.

Vesihallinnossa aloitettiin vuonna 1983 tutkimus, jonka tavoitteena oli selvittää erilaisten ihmistoimintojen vaikutusta pohjaveteen. Yhtenä tutkimuskohteena olivat hiekka- ja sora-alueilla sijaitsevat puunkyllästämöt (3 kpl). Alueilla tutkittiin kyllästeaineiden (fenolit, kloorifenolit sekä raskasmetallit kupari, kromi ja arseeni) pidentymistä maaperään ja kulkeutumista pohjaveteen. Tutkimustuloksia voidaan käyttää hyväksi puunkyllästämöiden valvonnassa ja uusia perustettaessa. Tutkimuksen päärahoittaja on ollut Maj ja Tor Nesslingin Säätiö.

Asiasanat: puunkyllästämöt, ympäristönsaastuminen, maaperä, harjut, pohjavesi, fenolit, raskasmetallit.

ABSTRACT

Mälkki, E., Häkkinen, R., Nevalainen, P. & Särkioja, A. 1988. The influence of human activity on groundwater. V The Impregnation Plants (text in Finnish with English and Swedish summary) 42 p. National Board of Waters and The Environment. Mimeograph 97. Helsinki. ISBN 951-47-0312-x, ISSN 0783-3288.

In the National Board of Waters and the Environment was started in 1983 a research project to investigate the influence of different human activities on groundwater. A part of the project covered areas of wood impregnation plants (3 pc) situated in gravel and sand formations. On these areas were studied, how the impregnants (phenols, chlorinated phenols as well as heavy metals copper, chrome and arsenic) remained in soil and spread into groundwater. The results of this study can be utilized in supervision and control of impregnation plants and founding new plants. The main financier of research was Maj and Tor Nessling Foundation.

Keywords: wood impregnation plants, pollution of environment, soil, eskers, groundwater, phenols, heavy metals.

ESIPUHE

Pohjaveteen kohdistuvat uhkatekijät

Pohjaveden koostumus määräytyy osin maanpinnalla esiintyvistä/tapahtuvista ilmiöistä. Jo luonnonolosuhteiden vaikutuksesta pohjaveteen suotautuu yhdisteitä, esimerkiksi klorideja, nitraatteja ja sulfaatteja, joita tietyissä pitoisuuksissa myös pidetään pohjaveden likaantumisen indikaattoreina. Ihmisen toiminta aiheuttaa oman, luonnonolosuhteista poikkeavan kuormituksensa, joka voi tapahtua ilmakehän kautta tai suoraan maanpinnalla. Molempien osalta vaikutus pohjaveteen syntyy pääsääntöisesti maahan suotautuvien sadevesien välityksellä.

Kaikki kuormittavat tekijät eivät välttämättä muodosta uhkaa pohjaveden laadulle. Pohjaveden yläpuolella olevat maakerrokset pidättävät osan epäpuhtauksia tai muuttavat niitä haitattomampaan muotoon. Itse pohjavesivyyhykkeessä sama prosessi jatkuu. Sikäli kun kyse ei ole poikkeavan suuresta kuormituksesta tai suorastaan myrkyllisistä aineista, jotka pieninäkkin pitoisuuksina olisivat terveydelle vaarallisia, luonnon puhdistusmekanismi pystyy tiettyyn rajaan saakka eliminoimaan haittavaikutuksia. Ei kuitenkaan tunneta, missä tämä raja kussakin tapauksessa kulkee.

Jättäen ilmakehän kautta tulevan kuormituksen tarkastelun ulkopuolelle voidaan todeta, että ainakin lievästi pohjaveden laatua muuttavia toimintoja tapahtuu maassamme sadoissa tuhansissa erilaisissa pohjavesialtaissa; lähinnä maa- ja metsätalouden vaikutuksesta. Tämän lisäksi esiintyy paikallista pistemäistä kuormitusta, jonka vaikutus pohjaveden laatuun on selviä haittoja aiheuttavaa.

Suuri osa muutoksista kohdistuu pohjaveteen, jonka hyödyntämistä ei voida ajatella. Osa muutoksista sitävästoin aiheuttaa vakavaa haittaa hyödyntämiskelpoisille pohjavesivaroille eri tyyppisissä geologisissa muodostumissa.

Kun kaikkea pohjavettä ei voida hyödyntää ja suojella, on ihmisen toiminnan vaikutusta tähän elementtiin tarkasteltava ennenkaikkea hyödyntämiskelpoisten pohjavesivarojen osalta. Tällöin ensisijaiseksi kohderyhmäksi muodostuvat harjujen tai vastaavien hiekkamuodostumien pohjavedet. Muilta osin ei ole erikseen nimettävissä geologisia muodostumaryhmiä vaan näistä riippumatta suojelu on kohdistettava kaikkiin sellaisiin, lähinnä pistemäisiin kohteisiin, joissa ihmisen elinympäristön puhtaus on turvattava puhtaan veden saamiseksi. Pyrkimys voimakkaasti pohjavettä kuormittavien päästöjen vähentämiseen kaikkialla on luonnollisesti tärkeää.

Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen kohteena ovat toisaalta olleet hiekka-soramaa-alueilla (sisältävät vettäjohtavia muodostumia eli akvifeerejä) sijaitsevat voimakkaasti likaavat tai sellaisiksi arvioidut seuraavat ryhmät: kaatopaikat, turkistarhat, puunkyllästämöt, hautausmaat ja taimitarhat. Toisaalta tarkastellaan asutuksen ja maanviljelyksen aiheuttamaa haja-kuormitusta kaivovesiin geologisista olosuhteista riippumatta. Tavoitteena on ollut luoda taustatietoa näistä varsin vähän tunnetuista likaantumisolmiöistä.

Tutkimuksen suorittaminen

Tutkimussuunnitelma laadittiin vuonna 1982. Varsinainen tutkimus on suoritettu vuosina 1983 - 1987. Sen esityönä suoritettiin merkittävimpien likaavien kohteiden luettelointi tärkeillä pohjavesialueilla vuonna 1983 (Loikkanen, 1984). Tämän jälkeen tutkimusta jatkettiin em. kohderyhmittäin vuosina 1984 - 87. Jokaisesta kohderyhmästä laaditaan erillinen tutkimusraportti seuraavasti:

Ihmisen toiminnan vaikutus pohjaveteen:

- I Kaatopaikat
- II Taimitarhat
- III Hautausmaat
- IV Turkistarhat
- V Puunkyllästämöt
- VI Hajakuormituksen aiheuttama kaivovesien likaantuminen

Työn päärahoittaja on ollut Maj ja Tor Nesslingin Säätiö. Käsilläolevaan, puunkyllästämöjen vaikutusta koskevaan selvitykseen ovat osallistuneet vesi- ja ympäristöhallitus (vesien- ja ympäristöntutkimuslaitos), Kuopion ja Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiirit sekä Kuopion yliopisto. Edellä mainittujen yksikköjen laboratoriot ovat antaneet merkittävän työpanoksen.

Maj ja Tor Nesslingin Säätiön palkkaamina tutkijoina työhön ovat osallistuneet Kuopion yliopistolla FK Kirsi Sihvonen vastuualueenaan näytteenotto ja analysointi ja LuK Riitta Häkkinen, kirjallisuusselvitykset sekä FK Pirkko Nevalainen, Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri, tarkkailutulosten koonti ja tutkimusaineiston käsittely. Vuonna 1987 suoritti LuK Anne Hyvärinen (Kuopion yliopisto) täydentäviä kloorifenoli- ja raskasmetallimäärittäyksiä.

Kenttätöistä ovat vastanneet rkm. Eero Liimatta, Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri sekä rkm. Jorma Eronen, Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri. FK Tuulikki Suokko, vesi- ja ympäristöhallitus ja toimistovirkailija Ulla Toiviainen, Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri, ovat osallistuneet raportin toimittamiseen.

Yhteistyö eri osapuolten kesken ansaitsee kiitokset. Erityisesti kohdistan kiitokset Maj ja Tor Nesslingin Säätiölle tutkimuksen saamasta merkittävästä taloudellisesta tuesta.

Kuopio 15.4.1988

Esko Mälkki

S I S Ä L L Y S		sivu
ESIPUHE		5
1	JOHDANTO	11
2	KYLLÄSTYSAINEIDEN/AINEOSIEN KÄYTTÄYTYMINEN MAAPERÄSSÄ	12
3	TALOUSVEDESSÄ SALLITTUJA PITOISUUKSIA	15
4	TUTKIMUKSEN TAVOITTEET	16
5	TUTKIMUSALUEET JA TUTKIMUSTEN SUORITTAMINEN	18
5.1	G. A. Serlachius Oy:n Höljäkän kyllästämö, Nurmes	18
5.1.1	Kuormitus	18
5.1.2	Hydrogeologiset olosuhteet	18
5.1.3	Vesinäytteiden otto	18
5.2	Pohjois-Karjalan Sähkö Oy:n Ylämyllyn kyllästämö, Liperi	24
5.2.1	Kuormitus	24
5.2.2	Hydrogeologiset olosuhteet	24
5.2.3	Vesinäytteet	24
5.3	Vierumäen Teollisuus Oy:n kyllästämö, Heinola	24
5.3.1	Kuormitus	24
5.3.2	Hydrogeologiset olosuhteet	28
5.3.3	Suoritetut tutkimukset	28
5.3.4	Laboratoriotutkimukset ja tulosten esittäminen	28
6	TUTKIMUSHAVAINNOT	31
6.1	Höljäkän puunkyllästämö	31
6.1.1	Tarkkailuhavaintojen antamaa taustatietoa	31
6.1.2	Tämän tutkimuksen havainnot	32
6.2	Ylämyllyn tarkkailutulokset	33
6.3	Vierumäen Teollisuus Oy:n kyllästämö- alueen havainnot	34
6.3.1	Koekuoppahavainnot	34
6.3.2	Pohjavesien laatuhavainnot	35

7	KYLLÄSTÄMÖIDEN YLEISTARKASTELU	36
8	PÄÄTELMIÄ JA SUOSITUKSIA	37
9	YHTEENVETO	38
	SAMMANDRAG	39
	SUMMARY	40
	KIRJALLISUUTTA	41

JOHDANTO

Puunkyllästyksessä käytetään Suomessa seuraavia aine- ja valmisteryhmiä (Lahontorjuntayhdistys 1985),

- suolakyllästeet
- kreosoottiöljy
- orgaaniset öljyliukoiset kyllästeet

Käytetyt puunsuoja-aineet ovat yleensä ensimmäisen tai toisen luokan myrkkijä.

Suolakyllästeet ovat 97 - 98-prosenttisesti kupari-kromi-arseeni- (CCA-) pohjaisia. Muita suolakyllästeitä ovat kupari-kromi- (CC-), kupari-kromi-boori- (CCB-) sekä fluoriyhdisteitä sisältävät kyllästeet.

Puuhun imeytettynä CCA-kyllästeaineen suolat reagoivat vähitellen keskenään ja puun aineosien kanssa kiinnittyen veteen liukenemattomana puuhun. Näin lahoa ja hyönteisiä vastaan suojattu puu kestää vaikeissakin olosuhteissa esim. maakosketuksessa 40 - 50 vuotta.

Kreosoottiöljy on kivihiilitervan tisle, jossa "haitallisia" aineina on fenoleita ja niiden johdannaisia sekä polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä (PAH). Kreosoottiöljy ei kiinnity kuten suolakyllästeet.

Orgaanisissa öljyliukoisissa B-luokan kyllästeissä on tehoaineena orgaanisia tinayhdisteitä, erilaisia kloorattuja hiilivetyjä ja synteettisiä pyretriinejä.

Lisäksi käytetään sinistymisen estoaineita, pintasivelyaineita sekä torjunta-aineita (levy- ja vaneriteollisuudessa).

Suomessa on noin 80 kyllästämöä, joista lähes kaikki käyttävät suolakyllästeitä. Kreosoottiöljyjä käytetään kahdeksalla kyllästämöllä. Määrällisesti kyllästys painottuu erityisesti vientiin meneviin pylväisiin.

Kyllästämöt sijaitsevat eri tyyppisillä maaperäalueilla. Jakautumasta ei ole tietoja, mutta varsin yleisesti kyllästämöjä on perustettu hiekka- ja sora-alueille. Vesihallituksen luokittelemilla ns. tärkeillä pohjavesialueilla, jotka pääsääntöisesti ovat tällaisella läpäisevällä maaperällä, kyllästämöjä oli vuonna 1983 tehdyn selvityksen mukaan 12 kappaletta (Loikkanen 1984).

Kyllästämöjen maaperävaikutuksista on lukuisia koti- ja ulkomaisia tutkimuksia. Tieto on melko satunnaista ja vaikutushavainnot tapauskohtaisia.

On varsin vaikea selvittää päästöjen todellista suuruutta. Vielä vaikeampi on jäljittää pohjavesivaikutuksia olosuhteiden vaihtelevuuden ja edustavien näytteiden ottovaikeuksien vuoksi.

Eri tutkimuksien mukaan kyllästeaineiden tai niiden komponenttien maaperäänpidätysominaisuudet samoin kuin aineiden hajoaminen vaihtelevat suuresti. On varsin luonnollista, että itse kyllästämisalueen maaperän pintakerroksista voidaan löytää kaikkia maahan päässeitä aineita. Alaspäin siirryttäessä pitoisuudet yleisesti vähenevät ja niiden jäljittäminen vaikeutuu. Jos maakerrosten paksuus on suuri ja maaperä hienorakeista, haitta-aineiden pitäytyminen voi olla täydellinen jo pohjavedenpinnan yläpuolella olevissakerrostumissa. Päinvastaisissa tapauksissa haitallisia aineita pääsee pohjaveteen saakka.

Kyllästämisalueen pohjavesivaikutuksista olevat havainnot osoittavat, että haittoja voi esiintyä ainakin satojen metrien etäisyydellä kyllästämisalueelta. Esimerkkinä voidaan mainita Mikkelin kaupungin Pursialan pohjavedenotto, jonka vedessä taannoin havaittiin fenoleja. Niiden epäiltiin kulkeutuneen noin 500 metrin päässä sijainneelta puunkyllästämisalueelta. Tässä tutkimuksessa käsiteltävä Kontiolahden kyllästämisalue tarjoaa toisen esimerkin.

Kyllästämisalueen vaikutuksista on havaittu merkkejä myös sellaisissa pohjavesihavaintopisteissä, joilla ei voi olla virtausyhteyttä kyllästämisalueen pohjaveteen. Tässä tapauksessa on epäiltävä ilman kautta tapahtunutta kontaminaatiota, jonka mahdollisuutta tarkastellaan tämän tutkimuksen Nurmeksen Höljälän puunkyllästämisaluetta käsittelevässä osassa.

2

KYLLÄSTYSAINEIDEN/AINEOSIEN KÄYTTÄYTYMINEN MAAPERÄSSÄ

Suolakyllästeet

Suolakyllästeissä esiintyvistä aineista on arseeni haitallisin, koska sen vesiliukoisuus on suuri ja sitä on kyllästeissä prosentuaalisesti eniten. Arseenin esiintymistä pohjavedessä säätelevät redox-olosuhteet, pH-arvo, adsorptiomekanismi ja biologinen aktiviteetti. Kaikki edellä mainitut tekijät vaikuttavat arseenin liikkumiseen ja kertymiseen maaperässä ja pohjavedessä.

Ruotsissa tehtyjen tutkimusten mukaan (Bergman 1984) arseenipitoisia kyllästeitä käyttävät kyllästämisalueet vaikuttavat maaperän arseenipitoisuuteen ylimmissä (<40 cm) kerroksissa. Havaitut pitoisuudet ovat olleet 30 - 140 mg/kg maa-ainesta. Syvemmillä maaperässä pitoisuudet ovat pieniä ja luonnollisen taustapitoisuuden tasolla.

Tutkituissa pohjavesinäytteissä oli pieniä määriä arseenia, kromia ja kuparia. Näiden kulkeutumista pohjavedessä ei todettu. Maaperä oli tutkimusalueella savista moreenia.

Isaksson ja Persson (1983) tutkivat Ruotsissa suolakyllästeiden metallien liukenemiseen vaikuttavia tekijöitä. Metallien liukenevuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat liuosveden lämpötila, pH ja alkukonsentraatio. Korkeassa lämpötilassa on liukeneminen suurinta. CCA-kyllästeissä vaikuttaa Cr/As suhde liukenevuuteen. CCA-kyllästeiden liukeneminen riippuu pH-arvosta. Liukeneminen on neutraaleissa olosuhteissa vähäistä, jos puuaines on saanut kuivua riittävästi. Se lisääntyy pH-arvon ollessa <5. Laboratorioissa on todettu kyllästeen metalleista tällöin liukenevan jopa 50 %. Kriittinen arvo voi olla niinkin alhainen kuin 3.

Isaksson ja Persson kokeilivat myös kyllästeiden irtoamista kyllästetyillä lastuilla täytetyissä kolonneissa.

Kontrollilastujen liuosveden Cu-, Cr- ja As-pitoisuudet olivat aluksi korkeita, mutta laskivat nopeasti suhteellisen vakioksi. Orgaanisen aineksen voimakas lisäys lisää kuparin ja kromin liukenemista.

Maalla on suuri kyky sitoa raskasmetalleja. Em. tutkijoiden mukaan kupari sitoutuu yli 96-prosenttisesti savi- ja hietamaahan ja jonkunverran vähemmän turvemaahan. Kromi sitoutuu savimaahan 95-prosenttisesti, mutta hietamaa läpäisee tutkimuksen mukaan 18 - 34 % kromista. Arseenista kulkeutui kokeessa maan läpi 13 - 50 %. Kromi liukenee mahdollisesti kuudenarvoisessa muodossa.

Solyom ja Mideus (1983) ovat myös tutkineet suolakyllästeiden liikkuvuutta maaperässä. Arseeni esiintyy sekä orgaanisina että epäorgaanisina yhdisteinä. Kyllästämöstä maahan joutuva arseeni on epäorgaanisena viidenarvoisessa muodossa. Maankuoren keskimääräinen arseenipitoisuus on Solyomin mukaan 3 mg/kg. Tutkittujen kyllästämöiden läheisyydessä arseenipitoisuudet vaihtelivat 20 - 5000 mg/kg. Kyllästeen liikkuvuuteen maassa vaikuttavat hiukkaskoko, lajikekoostumus, muodostumistapa ja mineraalipitoisuus. Humus ja puuaineshapot muuttavat kyllästeen liikkuvuutta maassa. Orgaaninen materiaali voi lisätä arseenin liikkuvuutta. Kupari ja kromi muodostavat kompleksisidoksia liukoisten humushappojen kanssa. Vahvasti happamissa oloissa arseeni liukenee. Humus ja puuaineshapot muuttavat CCA-kyllästeiden liikkuvuutta maassa. Maaperä voidaan jakaa suuruusjärjestyksessä kolmeen riskiluokkaan: 1) sora ja hiekka, 2) hiekkainen moreeni ja 3) savi.

On todettu, että aikaisemmin käytetyillä valmisteilla kyllästeen huuhtoutuminen (sade)veden mukana oli huomattavasti nykyaikaisia valmisteita voimakkaampaa. Näin ollen

kauan toimineiden kyllästyslaitosten maaperään olisi huuhtoutunut huomattavia määriä raskasmetalleja. Laitoksen iästä ja koosta riippuen voidaan olettaa maaperässä olevan 1 - 10 tonnia huuhtoutunutta arseenia.

On myös arveltu, että arseeni/kromi/kupari-suhteista pohjavedessä voitaisiin päätellä milloin suurin osa kyllästeestä on joutunut maahan. Arseeni liukoisimpana ilmestyy ensin pohjaveteen (kupari- ja kromipitoisuudet pienempiä), mutta myöhemmin, kun suuri osa arseenista on jo kadonnut, kupari- ja kromipitoisuudet ovat arseenipitoisuutta suurempia.

Kreosoottikyllästeet

Kreosoottiöljyn vesiliukoisuus on hyvin pieni ja on mahdollista, että helposti haihtuvien yhdisteiden haihduttua maaperään päässeet tervamaiset komponentit eivät kulkeudu kovinkaan syvälle. Kylläste sisältää kuitenkin terveydelle hyvin haitallisia yhdisteitä mm. bents(a)pyreeniä noin 1 g/kg, joten pientenkään määrien esiintyminen talousvedessä ei ole suotavaa.

Bedient ym. (1984) ovat tutkineet vanhoja kreosoottikyllästämöitä. Päästöjen orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet maassa olivat 0,20 - 0,55 metrin syvyydellä 1 mg/kg ja 1,5 metrin syvyydellä 0,1 mg/kg. Yli 90 % orgaanisista yhdisteistä pidättyi 1,5 metrin paksuisessa kerroksessa. Yhdisteet voivat hajota mikrobiologisesti, vähentyä maahan adsorboitumalla tai muuttua toiseksi aineeksi humuksen läsnä ollessa.

Pettersson (1982) on tutkinut kreosootin aiheuttamaa maan ja veden likaantumista Gotlannissa. Kreosootti pääsi karkeiden maakerrosten läpi, mutta 0,5 metrin paksuinen savikerros esti aineen painumisen syvemmälle.

Kitunen ym. (1985) ovat tutkineet teknisten kloorifenolien (polyklooribifenyylietterit, polykloorifenoksifenolit PCPP ja dibentsofuraanit PCDF) potentiaalisten toksisten epäpuhtauksien esiintymistä sahojen ympäristössä (sinistymissuojaus). Maa- ja vesinäytteistä on tutkimuksessa analysoitu myös muut kloorifenolit. Tutkimuksen mukaan kloorifenolit olivat tunkeutuneet syvälle maahan, kun taas PCPP:t ja PCDF:t olivat kerääntyneet ylimpään 5 cm:n paksuiseen kerrokseen. PCPP:sta löydettyjen komponenttien pitoisuudet olivat maassa korkeita, jopa 60 mg/kg. Vaikka PCPP:tä esiintyy maassa on sen huuhtoutuminen ja pohjavedelle aiheuttama kontaminaatio hyvin epätodennäköistä.

Valon ym. (1984) tutkimus käsittelee kloorattujen fenolien esiintymistä ja käyttäytymistä maaperässä. Maanäytteitä otettiin kahdelta sahalta. Näytteistä määritettiin klooratut fenolit.

Kyllästämöalueella arvot olivat 30 - 70 mg/kg ja puutavaran varastointialueella 1 - 6 mg/kg. Vertikaalisuunnassa kloorifenolien jakautuminen oli epätasaista. Kloorifenolit akkumuloituivat toisissa kerroksissa enemmän kuin toisissa. Hienorakeinen maaperä, kuten savi pidättää komponentteja paremmin kuin karkearakeinen maaperä, sora ja hiekka. Alhainen pH voi aiheuttaa kloorifenolien saostumista ja pidättymistä. Kyllästämöalueelta otetuissa pohjavesinäytteissä oli 1,6 - 20 000 µg/l 2, 3, 4, 6-, tetrakloorifenolia (TeCP).

Luonnossa esiintyy muutamia kloorifenolijohdannaisia, mutta ei varsinaisesti kloorifenoliyhdisteitä. Fenolirakenteiset yhdisteet kuuluvat kaikkein yleisimpiin luonnonaineisiin. Niitä ovat mm. ligniini ja humusaineet. Kun nämä yhdisteet joutuvat kontaktiin kloorin tai kloorausreagenssien kanssa muodostuu kloorifenoleja (Paasivirta 1978).

Yhteenvedona edellisistä havainnoista voidaan todeta seuraavaa:

- pohjaveden puhtaudelle aiheuttavat suurimman potentiaalisen riskin suolakyllästämöt, jotka ovat lukumääräisesti yleisimmät
- suolakyllästeiden aineosista arseeni on tavallisin haitta-aine suuren suhteellisen määränsä ja vesiliukoisuutensa vuoksi
- aikaisemmin käytettyjen CCA-kyllästeiden huuhtoutuvuus maaperään on ollut nykyisin käsiteltyjä suurempi. Kyllästämöjen iästä ja koosta riippuen maaperässä voi olla 1 - 10 t huuhtoutunutta arseenia.
- luonnossa esiintyy fenolirakenteisia yhdisteitä. Kun ne joutuvat kontaktiin kloorin tai kloorausreagenssien kanssa muodostuu kloorifenoleja.
- kloorifenolit voivat tunkeutua syvälle maaperään, mutta tekniset kloorifenolit (PCPP, PCDF) pidättyvät tehokkaasti maan pintakerrokseen
- maaperän kyseessä olevien aineiden pidätyskyky kasvaa maaperän hienoainespitoisuuden myötä.

3

TALOUSVEDESSÄ SALLITTUJA PITOISUUKSIA

Lääkintöhallitus on antanut ohjearvot raskasmetallien ja eri fenolien sallituista pitoisuuksista talous- ja juomavedessä. Lääkintöhallituksen ohjeiden mukaan (Suomen Kaupunkiliitto 1985) arseenin sallittava yläraja on 0,05 mg/l, kromin 0,05 mg/l ja kuparin 1 mg/l. Penta- ja trikloorifenoleille suositeltu raja juomavedessä on 10 µg/l.

Esteettisistä syistä fenolien määrä ei saisi ylittää 0,1 µg/l. Euroopan talouskomission esittämä raja fenoleille on 0,5 µg/l. Lääkintöhallitus esitti Höljään kyllästämön yhteydessä antamassaan lausunnossa pentakloorifenoleille 10 µg/l ylärajaa. USA:ssa pentakloorifenolien enimmäisrajaksi juomavedessä on suositeltu 21 µg/l.

Muilla kuin edellä mainituille kahdelle kloorifenolille ei ole olemassa terveydellisin perustein arvioituja enimmäispitoisuuksia talousvedessä, koska tutkimustuloksia, joihin raja-arvot voitaisiin perustaa, ei vielä ole. Koska myös eräiden muiden kloorifenoleiden haitallisista vaikutuksista on olemassa viitteitä, lääkintöhallitus katsoo, että eri kloorifenolien yhteismäärä vedessä ei saisi ylittää edellä mainittua arvoa 10 µg/l (lääkintöhallituksen kirjelmä nro 764/562/84 vesihallitukselle).

Lääkintöhallituksen yleiskirjeen nro 1862 mukaan talousveden arseenipitoisuus ei saisi ylittää arvoa 0,05 mg/l ja kromipitoisuus 0,05 mg/l. Kuparin osalta ohjeelliset ylärajat ovat vesilaitosten osalta 0,3 mg/l sekä talousvesikaivojen osalta 1 mg/l.

4

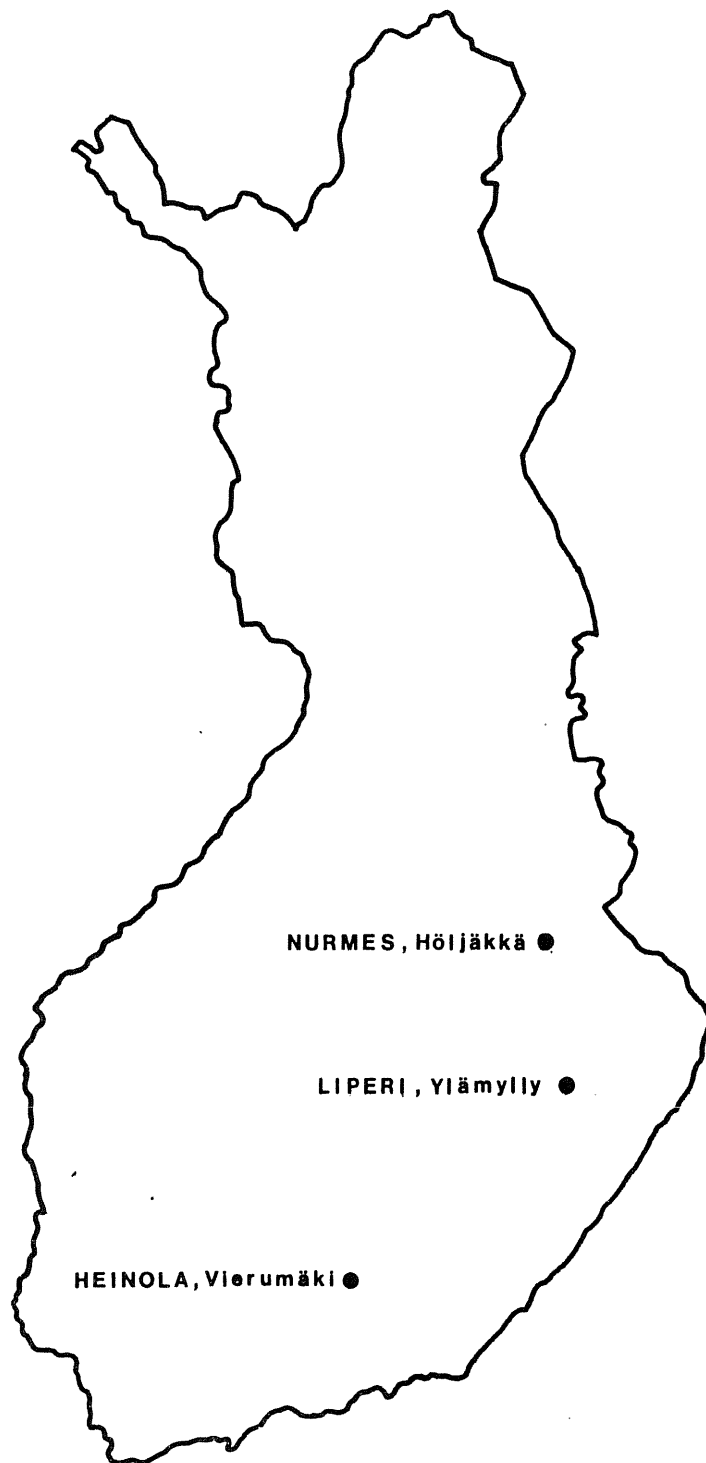
TUTKIMUKSEN TAVOITTEET


Puunkyllästämöjen ainepäästöjen vaikutusten selvittämiseksi käytettiin eri vesipiirien tarkkailutuloksia. Näiden sekä uusien tutkimusten avulla pyrittiin saamaan tietoja kyllästyksessä käytettyjen aineiden/aineosien esiintymisestä ja käyttäytymisestä

- maan pintakerroksissa, mihin liittyviä tutkimuksia suoritettiin yhden kyllästämön alueella
- ko. aineiden joutumista pohjaveteen ja kulkeutumista sen mukana, mihin liittyviä havaintoja tehtiin kolmen erilaisia geologisia olosuhteita edustavan kyllästämön alueella.

Tutkimusten yhteydessä ilmeni, että yhden kyllästämön osa-alueilla haitta-aineiden leviäminen oli sellainen, että kontaminaatio olisi mahdollista ainoastaan ilmakehän välityksellä.

Tutkimusalueiden sijainti on esitetty yleiskartassa, kuva 1.



Työn nimi, kunta PUUNKYLLÄSTÄMÖIDEN POHJAVESIVAI- KUTUSTEN TUTKIMUS		Piirustuksen sisältö Tutkimusalueiden sijainti		Mittakaava
	VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUS Kuopion, Pohjois-Karjalan, ja Mikkelin vesi- ja ympäristöpiirit	Pvm. 29.2.88	Suunnittelija <i>Jarmo Järvinen</i>	Piirustuksen nro Kuva 1
		Tnro		

5 TUTKIMUSALUEET JA TUTKIMUSTEN SUORITTAMINEN

5.1 G.A. SERLACHIUS OY:N HÖLJÄKÄN KYLLÄSTÄMÖ, NURMES

5.1.1 K u o r m i t u s

Höljäkän kyllästämö on toiminut vuodesta 1958, jolloin toiminta aloitettiin kreosoottikyllästyksellä. Vuonna 1965 aloitettiin suolakyllästys. Kyllästämön välitön pinta-ala on noin 2 ha. Vuoden 1983 tietojen mukaan kyllästämöllä käsitellään puutavaraa vuosittain noin 314 000 kiintokuutiometriä. Suolakyllästysaineista Kemira K 33:a käytetään kyllästykseen noin 275 t/a, Mitral K 33 kyllästetään noin 75 t/a. Kreosoottiöljyä käytetään noin 250 t/a.

Kyllästettävän puutavaran kuori- ja sahausjäte poltetaan. Kyllästyskemikaalia sisältävä jäte on aikaisemmin valettu betoniin. Nykyään suolakyllästejätteet palautetaan Kemira Oy:lle ja kreosoottijäte Ekokem Oy:lle.

5.1.2 H y d r o g e o l o g i s e t o l o s u h t e e t

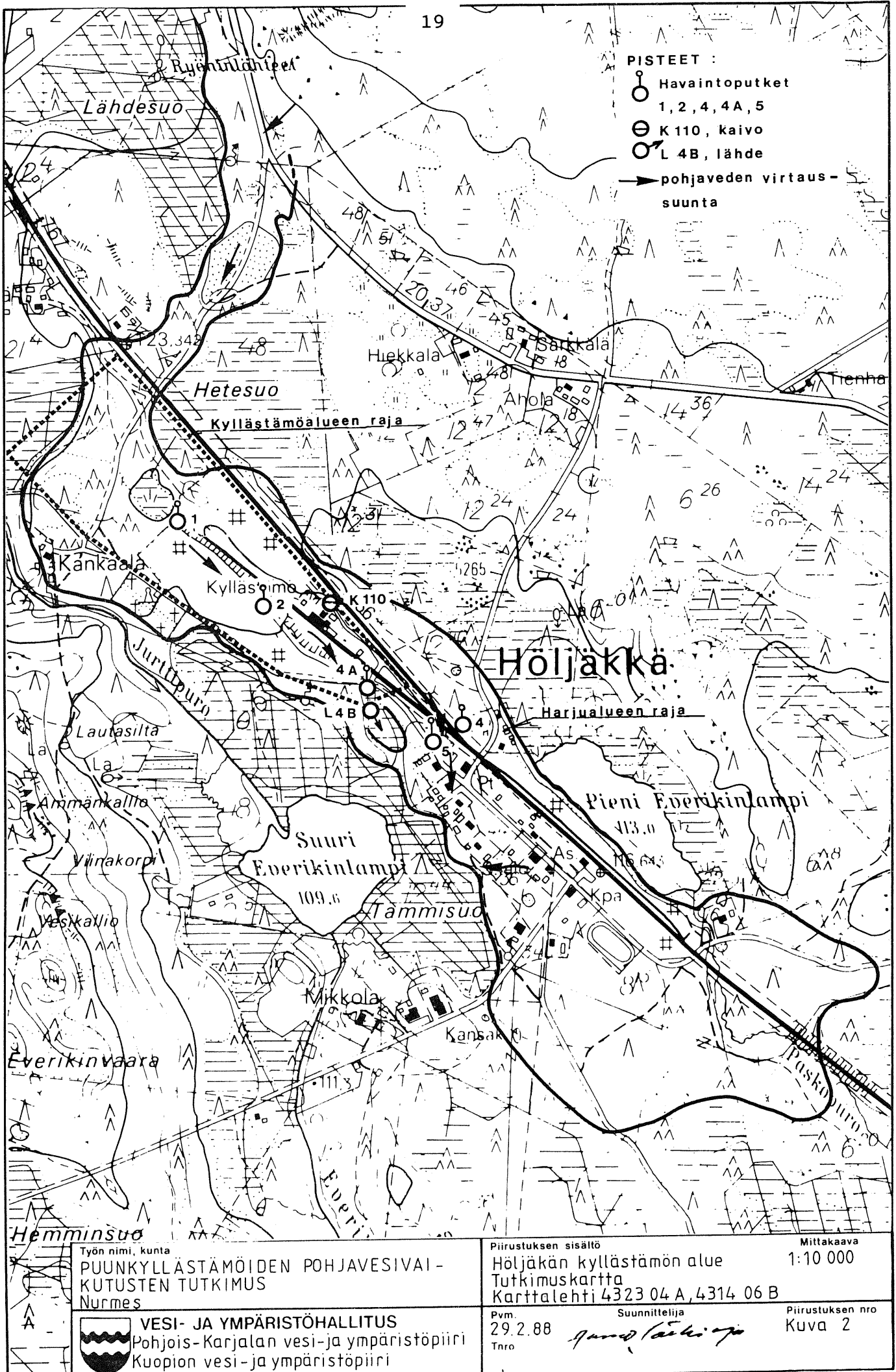
Kyllästämö sijaitsee keskellä matalaa tasoittunutta pitkitäisharjumuodostumaa, joka itse kyllästämöalueen kohdalla on pääosaltaan vanhaa sorakuoppa-aluetta maapohjan ollessa karkearakeista ja pohjavedenpinnan yläpuolisten kerrosten ollessa paksuudeltaan vain muutamia metrejä. Pohjaveden virtauskuvan selvittämiseksi alueelle asennettiin havaintoputket 1, 2, 4, 4 A ja 5 (kuva 2).

Pohjavesi virtaa kyllästämöalueelta kohti kaakkoa ainakin pisteiden 1 ja 5 välisellä alueella, mahdollisesti pistettä 5 kauemmaksikin. Ainakin osa pohjavedestä purkautuu kohti harjun lounaispuolella olevaa Everikinlampea. Itse harjumuodostuman kohdalla maaperä on hyvin vettä johtavaa. Virtaus sivulle Everikinlammen suuntaan tapahtuu pitkin hienorakeisia maakerroksia.

5.1.3 V e s i n ä y t t e i d e n o t t o

Kyllästämön ympäristön (kuva 3) pintavesistä on havaintoaineistoa vuosilta 1981 - 86 taulukossa 1. Ympäristön kaivoista on koottu havaintoaineistoa vuosilta 1970 - 1986 (taulukot 2 ja 3).

Alueelle asennetuista pohjavesiputkista sekä yhdestä kaivosta (110) ja lähteestä (4 B) otettiin vuosina 1984 - 85, ja 1987 vesinäytteitä. Näistä tehtiin tavanmukaiset fysikaalis-kemialliset määritykset Kuopion vesi- ja ympäristöpiirin vesilaboratoriossa, osittain myös Kuopion yliopistossa. Raskasmetallit ja syanidit määritettiin Kuopion yliopistossa sekä kreosoottiöljyn komponentit vesi- ja ympäristöhallituksen tutkimuslaboratoriossa, osittain myös Kuopion yliopistossa. Tulokset on esitetty taulukossa 4.



Työn nimi, kunta
**PUUNKYLLÄSTÄMÖIDEN POHJAVESIVAI-
 KUTUSTEN TUTKIMUS**
 Nurmee



VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUS
 Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri
 Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri

Piirustuksen sisältö
 Höljäkan kyllästämön alue
 Tutkimuskartta
 Karttalehti 4323 04 A, 4314 06 B

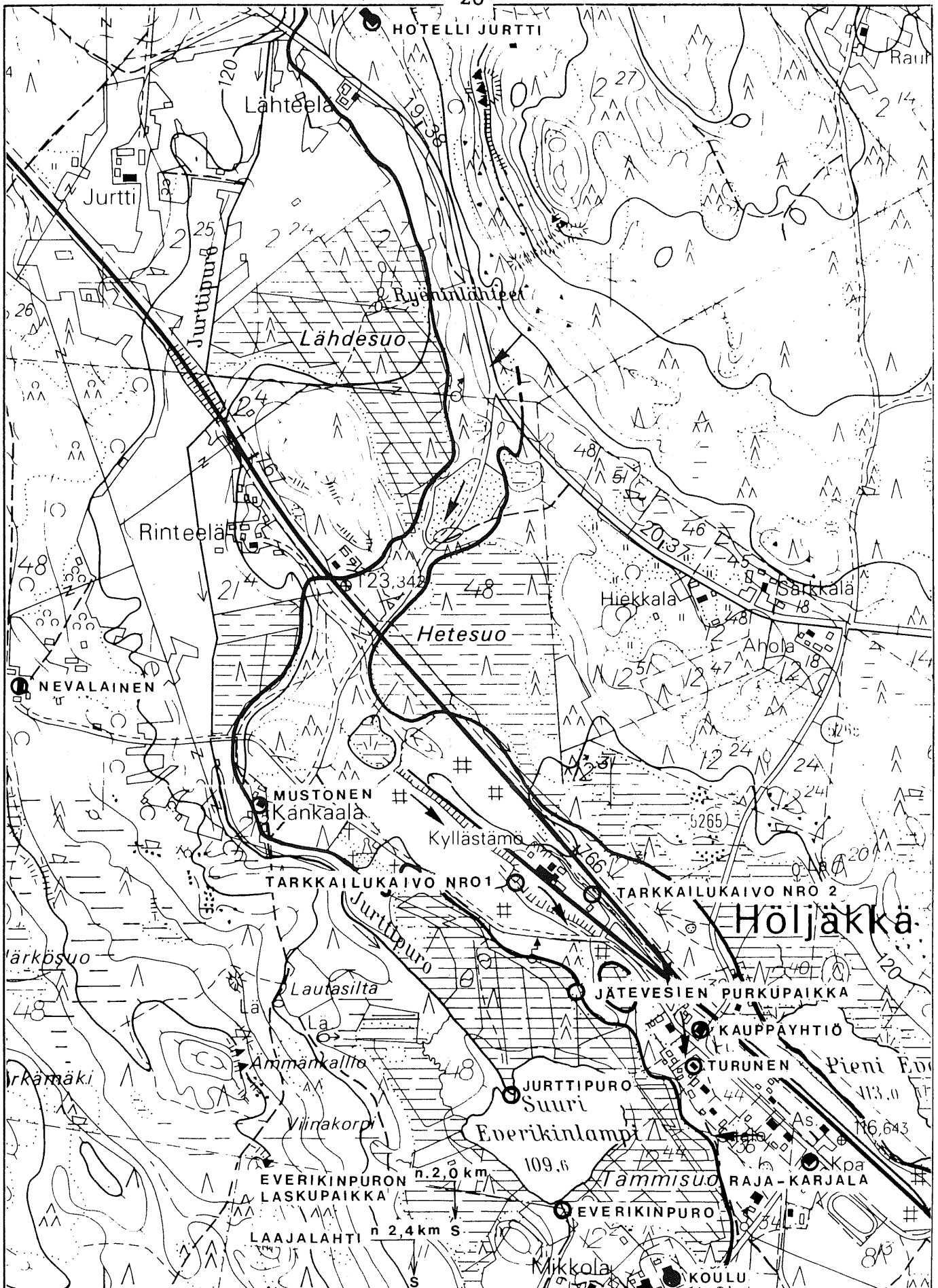
Pvm.
 29.2.88
 Tiro

Suunnittelija

Jarmo Lahti

Mittakaava
 1:10 000

Piirustuksen nro
 Kuva 2



Työn nimi, kunta
**PUUNKYLLÄSTÄMÖIDEN POHJAVESIVAI-
 KUTUSTEN TUTKIMUS**
 Nurmes



VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUS
 Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri
 Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri

Piirustuksen sisältö

Höljäkan kyllästämon alue
 Tarkkailupisteet
 Karttalehti 4323 04 A, 4314 06 B

Pvm.
 29.2.88
 Tnro

Suunnittelija

Janne Tarkkailu

Mittakaava

1:10 000

Piirustuksen nro

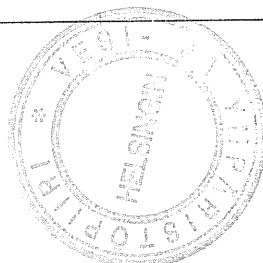
Kuva 3

Taulukko 1. Fenolien ($\mu\text{g/l}$) esiintyminen Höljäkän kyllästämön ympäristön pintavesissä 1981 - 1986.

pvm.	Jurttipuro (98)	Everikinpuro (99)	Everikinpuron lasku (100)	Laajalahti (101)
23.02.81	1	0	1	0
22.09.81	<1	10	<1	<1
16.09.82	20	20	25	<10
05.09.83	3	5	17	<1
26.10.83	<1	<1	<1	<1
26.06.84	<1	<1	10	167
10.09.84	50	25	26	33
02.04.85	-	-	-	-
29.05.85	-	-	-	-
05.08.85	8	<2	7	3
07.10.85	10	5	3	2
10.04.86	<2	4	3	6
17.06.86	16	2	6	6
14.08.86	1	3	<1	3

Taulukko 3. Fenolien esiintyminen ($\mu\text{g/l}$) kyllästämön ympäristön kaivoissa 1981 - 1986.
Tarkkailutulokset PKvy.

Pvm.	Raja- Karjala	Turunen	Mustonen	Nevalainen	Kyll. 1	Kyll. 2	Hot. Jurtti	Koulu	Kyll.j.
22.09.81	1	1	1	-	1	775	1	1	-
06.04.82	5	5	5	5	-	5	5	2	-
10.08.82	1	64	22	1	1	16	1	1	1
18.10.82	10	29	33	10	48000	5	10	10	10
16.09.82	10	10	10	10	1740	17	10	10	10
13.04.83	0	0	0	0	57150	0	0	0	0
05.09.83	1	1	2	1	3500	15	1	1	1
26.10.83	-	1	1	1	114	1	1	1	1
29.03.84	75	59	54	28	-	48	75	1	-
26.06.84	-	1	1	1	420	1	1	1	1
10.09.84	-	19	10	63	183	25	44	40	50
25.10.84	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05.08.85	-	2	2	2	42	2	2	2	2
07.10.85	-	2	3	2	32	3	2	2	2
10.04.86	18	2	18	2	-	6	2	4	2
17.06.86	-	30	56	15	29	8	7	2	2



Taulukko 2. Fenolien ($\mu\text{g/l}$) esiintyminen kyllästämön ympäristön kaivoissa
1970 - 1978. Tarkkailutulokset PKvy.

Pvm.	Raja- Karjala	Turunen	Mustonen	Nevalainen	Kyll. 1	Kyll. 2	Hot. Jurtti	Koulu	Kyll. j.
07.07.70	-	-	-	-	80	1360	-	-	23
21.10.71	-	-	-	-	240	280	-	-	4
07.12.71	320	390	-	-	-	-	-	-	-
27.12.71	-	-	120	-	-	-	-	242	-
12.01.72	-	-	-	76	-	-	36	-	-
18.01.72	-	-	-	-	72	53000	-	-	-
01.02.72	10	10	20	10	-	-	10	10	-
14.03.72	2	3	3	3	-	-	4	2	4
14.08.72	9	2	3	3	100	360	4	3	2
02.10.72	7	1	0	3	71	125	1	2	1
12.02.73	6	1	2	1	-	-	3	1	0
14.05.73	1	4	4	4	42	85	7	2	8
06.08.73	0	0	1	1	17	270	6	1	1
15.10.73	3	3	5	3	99	17	2	4	1
04.03.74	0	0	1	1	-	-	1	6	540
06.08.74	0	0	1	1	17	270	6	1	1
10.02.75	3	0	0	8	1900	59	1	2	2
15.04.75	0	0	0	10	100	21000	1	0	0
08.09.75	1	0	0	1	22	2200	0	0	0
27.10.75	0	0	0	0	25	153	2	2	0
08.03.76	2	1	1	2	-	-	3	3	0
26.04.76	0	0	0	0	76	-	0	3	1
09.08.76	1	3	2	2	24	-	6	0	0
25.10.76	0	0	1	0	-	-	0	2	0
23.05.77	0	1	0	0	16	-	0	3	3
23.08.77	0	0	1	1	-	-	0	0	0
25.10.77	0	0	4	0	19	-	1	0	1
13.02.78	11	0	0	1	-	-	0	0	1
25.04.78	3	3	1	0	-	-	1	2	2
04.08.78	1	2	4	1	20	-	11	2	-
10.10.78	4	3	1	3	17	-	7	1	2

Taulukko 4. Höljälän kyllästämön havaintopisteiden vesinäytteiden
määrittämissarvojen vaihtelurajat ja yksittäisarvot.

Näytteenottopisteen no ...	2	4	4 A	4 B	5	110
Näytteenottopäivä.....						
Virtaama.....l/min..						
Näytteenottoaika m.....						
Kiintoaine..... mg/l	3-35	0-42	23-180	0-4		1-4
Sähkönjohtavuus.. Y ₂₅ mS/m	6,7-9,0	11-29,2	14,5-17,5	2,8-15,8		4,3-7,6
pH-luku.....	6,0-6,3	5,9-6,0	6,0-6,1	5,8-6,3		6,1-6,7
COD _{Mn} mg/l	3,4-5,4	0,3-1,0	2,2-3,8	0,2-1,2		2,7-6,2
Kokonaistypppi.. (N _{tot})..mg/l	0,17-0,25	0,04-1,0	1,1-5,85	0,06-1,17		0,1-0,48
Nitraatti.. (NO ₃).....mg/l	0,03-0,07	0,06-4,4	4,4-7,96	0,11-1,17		0,06-0,45
Ammonium... (NH ₄).....mg/l	0,04-0,15	<0,01	<0,01-0,04	<0,01-0,01		<0,01-0,05
Kokonaisfosfori(P _{tot})..mg/l	0,052-0,072	0,005-0,14	0,041-0,491	<0,005-0,005		<0,005-0,021
Posfaatti.. (PO ₄).....mg/l	0,143-0,195	0,006-0,012	0,04-0,068	<0,016-0,016		<0,016-0,016
Kloridi..... (Cl).....mg/l	2,4-10,7	1,1-30,3	1,0-1,6	<1-36		1,3-1,7
Sulfaatti.. (SO ₄).....mg/l	4,6-5,8	3,5-6,8	4,0-6,2	4,9-6,0		4,7-5,7
Penoli.....µg/l	0	0	0	0		0
o-kresoli.....µg/l	0	0	0	0		0
m-kresoli.....µg/l	0	0	0	0		0
p-kresoli.....µg/l	0	0	0	0		0
l-naftoli.....µg/l	0	0	4,11*	0		5,12*
Trikloorifenoli.....µg/l						
Tetrakloorifenoli.....µg/l	<0,01-0,08	0,01-0,04	<0,01-0,11	0,40	<0,01-0,15	<0,01-0,06
Pentakloorifenoli.....µg/l	<0,01-1,3	<0,01-1,0	0,01-2,2	0,22	<0,01-5,3	<0,01-0,36
Arseni..... (As).....mg/l	0-0,016	0-0,01	0-0,0014	<0,05	0-0,01	0-0,0013
Kadmium..... (Cd).....mg/l	0-0,0011	0,0001-0,0002	0-0,0005		0-0,0002	0,0001-0,0005
Kromi..... (Cr).....mg/l	0-0,022	0-0,001	0,0005-0,016	<0,01	<0,01	0-0,046
Kupari..... (Cu).....mg/l	0-0,035	0-0,001	0-0,05	<0,01	<0,01	0-0,35
Nikkeli..... (Ni).....mg/l					0-0,011	
Lyijy..... (Pb).....mg/l	0-0,051	0	0,005-0,023		0	0-0,012
Sinkki..... (Zn).....mg/l	0,1	0	0,1		0	0,1-0,4
Syanidi..... (CN).....mg/l	0-0,059	0,056	0-0,091		0,021-0,275	0,055-0,094
Kok.org.hiili.....mg/l	8,2-14	1,7	17-21		2,4-2,8	6,3-7,6

*) kontaminoitunut

5.2 POHJOIS-KARJALAN SÄHKÖ OY:N YLÄMYLLYN KYLLÄSTÄMÖ, LIPERI

5.2.1 K u o r m i t u s

Ylämyllyn kyllästämö on toiminut 1960-luvulta lähtien suolakyllästämönä. Kyllästettävä puumäärä on vuosittain noin 2 700 kiintokuutiometriä. Kyllästysaineena on K 33, jota käytetään noin 14,5 t/a.

Kyllästysaineiden käsittely on valvontahavaintojen mukaan tällä hetkellä moitteetonta. Aikaisempina vuosina, kun kyllästysainetta kuljetettiin paikalle avosäiliöissä, on kuljetuksen aikana tapahtunut aineksen vuotoja reunojen yli. Lisäksi tapahtui vuonna 1977 säiliövuoto, jonka seurauksena noin 500 l kyllästysainetta pääsi maahan. Osa siitä saatiin pois, mutta osa, mm. rakennuksen alle joutuneena, jäi maaperään. Haittavaikutusten arvioidaan lähinnä johtuvan näistä aikaisemmista tapahtumista.

5.2.2 H y d r o g e o l o g i s e t o l o s u h t e e t

Kyllästämöalue sijaitsee Jaamankankaan laajan reunamuodostuman kapeassa lounaispäässä (kuva 4). Sen maaperä, josta ei ole tarkempia havaintoja, käsittää itse kyllästämöalueen kohdalla hiekkavaltaisia kohtalaisesti vettäjohtavia kerroksia pohjavedenpinnan ollessa 3 - 5 metrin syvyydessä. Pohjavesi purkautuu ainakin osittain kohti kaakkoa, jonne siirryttäessä maaperä muuttuu asteittain hienoraakeisemmaksi.

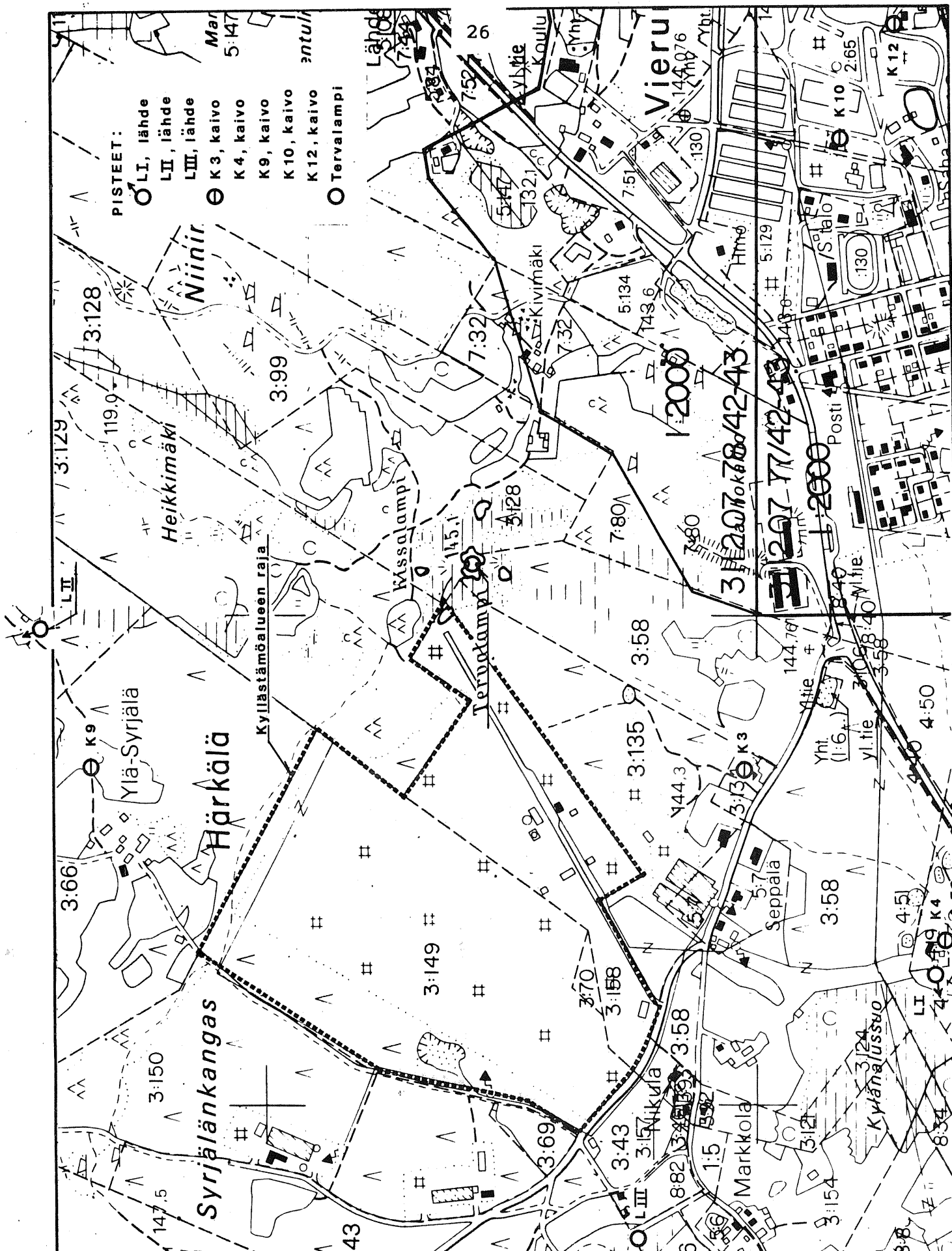
5.2.3 V e s i n ä y t t e e t

Tutkimuksessa käytettiin yksinomaan valvonta-aineistoon sisältyviä analyysituloksia, joita on käytettävissä eri ajankohdilta ja eri tarkkuudella suoritettuina. Tuloksia käsitellään yleispiirteittäin em. huomioonottaen vain olennaisilta osin, ilman taulukkoesitystä.

5.3 VIERUMÄEN TEOLLISUUS OY:N KYLLÄSTÄMÖ, HEINOLA

5.3.1 K u o r m i t u s

Laitoksessa käytetään sekä suola- että kreosoottikyllästystä. Suolakyllästettä K 33 käytetään noin 240 tonnia vuodessa ja kreosoottiöljyä noin 3 790 tonnia vuodessa. Kyllästettävää puutavaraa käsitellään n. 30 000 kiintokuutiometriä. Kyllästysnesteen kierto on suljettu. Ylimääräinen vesi hävitetään haihduttamalla.



Työn nimi, kunta

PUUNKYLLÄSTÄMÖIDEN POHJAVESIVAI-
KUTUSTEN TUTKIMUS
Heinolan mlk



VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUS
Mikkelin vesi- ja ympäristöpiiri
Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri

Piirustuksen sisältö

Vierumäen kyllästämon alue
Vesinäytteenotto pisteet
Karttalehti 3112 07 B

Pvm.
29.2.88
Tnro

Suunnittelija
Antti Särkijärvi

Mittakaava
1:10 000

Piirustuksen nro
Kuva 5

5.3.2 Hydrogeologiset olosuhteet

Kyllästämö sijaitsee II Salpausselkään kuuluvalla alueella, (kuva 5) pääosaltaan muodostuman laella olevalla tasanteella. Näille muodostumille ominaisesti pintakerrokset käsittävät runsaimmin hiekka - hienohiekkalajitteita, joiden alla ainakin muodostuman keski- ja pohjoisosissa todennäköisesti on karkeita lajitteita. Muodostuman lakiosa on korkeudella noin +145 m kun sen reuna-alueilla purkautuvien lähteiden korkeustaso on noin +125 - 130 m. Siten pohjaveden yläpuolella (kyllästämön tasannealueella sijaitsevassa osassa) olevien maakerrosten paksuus on noin 15 metriä.

5.3.3 Suoritetut tutkimukset

Kyllästämön läheisyydessä olevasta Tervalammesta sekä kaivoista on käytettävissä tarkkailutuloksia, samoin kyllästämöalueen maaperästä.

Maastokäynnin perusteella tämän tutkimuksen lyhytaikaisiksi tarkkailukohteiksi valittiin myös kolme harjua alueen reunalla olevaa lähdeä. Lisäksi kyllästämöalueella kaivettiin kolme koekuoppaa kreosoottiöljyjen ja suolakylästeiden vaikutusten selvittämiseksi. Käytettävissä oli myös aikaisempia koekuoppahavaintoja. Em. havaintopaikat on esitetty kuvissa 5 ja 6.

5.3.4 Laboratoriotutkimukset ja tulosten esittäminen

Tarkkailuhavaintojen lisäksi tutkituista pisteistä tehtiin maa- ja vesinäytteiden fenoli- ja raskasmetallimäärityksiä tarkkailututkimusta suorittavissa laboratorioissa, vesi- ja ympäristöhallituksen tutkimuslaboratoriossa sekä Kuopion yliopistolla.

Tarkkailu- sekä tämän selvityksen laboratoriotutkimustulokset on esitetty jäljempänä seuraavasti:

Yhteenveto Tervalammen ja tarkkailukaivojen veden laadusta tekstissä.

Taulukko 5: fenolimääritykset hiekkamaanäytteistä; matalanäytepisteet

Taulukko 6: fenolimääritykset hiekkamaanäytteistä; syvänäytepisteet

Taulukko 7: raskasmetallimääritykset hiekkamaanäytteistä; syvänäytepisteet

Taulukko 8: lähdevesinäytteiden raskasmetalli- ja kloori-fenolipitoisuuksia

Taulukko 5. Fenolimääritykset hiekkamaanäytteistä Vierumäen Teollisuus Oy:n alueella, matalanäytepisteet.

Pisteen nro	Näytteen nro	Näytteenotto-syvyys cm	Fenoli mg/kg		
			22.06.82	29.10.84	27.08.86
0 ¹⁾	0-näyte	50 - 60	0,35	0,1	1,1
1 ²⁾	1 A	0 - 5	150,0	0,8	7,5
1	1 B	20 - 30	15,2	0,2	6,4
1	1 C	50 - 60	3,5	0,03	1,5
1	1 D	100 - 110	3,2	0,09	0,6
2 ²⁾	2 A	0 - 5	100,0	0,4	8,8
2	2 B	20 - 30	6,8	0,05	4,1
2	2 C	50 - 60	3,2	0,03	1,1
2	2 D	100 - 110	6,4	0,04	1,3
3 ³⁾	3 A	0 - 5	15,1	0,7	11,8
3	3 B	20 - 30	0,5	0,4	4,7
3	3 C	50 - 60	0,4	0,5	3,1
3	3 D	100 - 110	0,45	0,05	1,0

- 1) piste 0 = noin 600 m kyllästämöltä
 2) piste 1 = pylväskasan pohja
 2) piste 2 = pylväskasan pohja
 3) piste 3 = valutustasanteen loppupää

Taulukko 6. Fenolimääritykset hiekkamaanäytteistä Vierumäen Teollisuus Oy:n alueella, syvänäytepisteet.

Pisteen nro	Näytteen nro	Näytteenotto-syvyys m	Fenoli mg/l
0 ¹⁾	0-näyte	0,6	<0,01
11 ²⁾	11-pinta	0-0,05	0,02
11	11/1	1	0,06
11	11/2	2	0,01
11	11/3	3	<0,01
12 ³⁾	12-pinta	0-0,05	0,08
12	12/1	1	0,04
12	12/2	2	<0,01
12	12/3	3	<0,01
14 ³⁾	14-pinta	0-0,05	7,8
14	14/1	1	0,01
14	14/2	2	0,02
14	14/3	3	0,04

- 1) 0-näyte noin 600 m kyllästämöltä
 2) valutustasanteen loppupää
 3) pylväiden varastoaluetta

Taulukko 7. Raskasmetallimääritykset hiekkamaanäytteistä Vierumäen Teollisuus Oy:n alueella, syvänäytepisteet.

Pisteen nro	Näytteen nro	Näytteenotto-syvyys m	Raskasmetallit mg/kg		
			As	Cr	Cu
11 ¹⁾	11-pinta	0 - 0,05	10,2	1,02	17,4
11	11/1	1	9,2	1,27	21,0
11	11/2	2	3,8	0,82	15,3
11	11/3	3	3,3	0,67	15,0
12 ²⁾	12-pinta	0 - 0,05	10,9	1,55	20,4
12	12/1	1	13,7	1,50	23,1
12	12/2	2	33,6	1,09	27,6
12	12/3	3	8,4	0,91	21,9
13 ³⁾	13-pinta	0 - 0,05	311,9	2,40	177,0
13	13/1	1	10,7	1,43	33,0
13	13/2	2	7,1	0,87	51,0
13	13/3	3	2,4	0,62	6,0
14 ²⁾	14-pinta	0 - 0,05	13,4	1,20	15,3
14	14/1	1	14,6	1,20	39,3
14	14/2	2	2,4	0,67	6,0
14	14/3	3	3,6	0,75	12,9

1) valutustasanteen loppupää

2) pylväiden varastoaluetta

3) suolakyllästämön alue

Taulukko 8. Lähdevesinäytteiden raskasmetalli- ja kloorifenolipitoisuuksia, Vierumäen Teollisuus Oy:n alueella.

Kohde/ pvm.	Cu mg/l	Cr mg/l	As mg/l	PCP ug/l	TeCP ug/l	TrCP ug/l
Lähde I						
30.06.83	0,03	<0,005	<0,01	1	-	-
31.10.83	<0,01	<0,005	<0,01	<1,0	<1,0	<0,5
Lähde II						
30.06.83	0,04	<0,005	<0,01	<1,0	-	-
31.10.83	<0,01	<0,005	<0,005	<1,0	<1,0	<0,5
Lähde III						
30.06.83	0,04	<0,005	<0,01	2,0	1,5	<0,5
31.10.83	<0,01	<0,005	<0,01	<1,0	<1,0	<0,5

6 TUTKIMUSHAVAINNOT

6.1 HÖLJÄKÄN PUUNKYLLÄSTÄMO

6.1.1 Tarkkailuhavaintojen antamaa taustatietoa

Kyllästämoalueen pinta- ja pohjaveden laatua on tarkkailtu jo 1960-luvulta lähtien. Tarkkailun kohteina ovat olleet kyllästämon kaivot ja purkuviemäri ja lisäksi 1970-luvulla ympäristön kaivot, kuva 3. Analyysitulokset sisältävät fenolipitoisuuksia, jotka ylittävät lääkintöhallituksen juomavedelle antamat enimmäisarvot. Kyllästämon ympäristön kaivoista on veloitettutarkkailun yhteydessä löydetty jäämiä kyllästysaineista. Fenolia on esiintynyt 1980-luvulla ajoittain kaikissa ympäristön kaivoissa.

Fenolien esiintyminen ympäristön pintavesissä

Tarkkailuhavaintojen yhteydessä on havaittu Höljälän alueen pintavesissä jäämiä puunkyllästysaineista. Tuloksia tarkasteltaessa ei voida havaita mitään nousevaa trendiä fenolimäärissä. Pintavesistä mitatut fenoliarvot vaihtelevat niin, että Jurttipurosta on havainnoitu 1 - 50 µg/l, Everikinpurosta 0 - 25 µg/l, Everikinpuron laskusta 1 - 26 µg/l ja Laajalahden havaintopisteestä 0 - 167 µg/l pitoisuuksia (taulukko 1). Suuret fenolipitoisuudet sattuvat syyskauteen 1982 ja 1984. Ne ovat havaittavissa samanlaisesti kaikissa havaintokohteissa. Koska maksimi-arvot poikkeavat muutoin kauttaaltaan pienistä arvoista, voi kyseessä olla näytteiden kontaminaatio tai mahdollinen ilman kautta tapahtunut kulkeutuminen.

Fenolien esiintyminen ympäristön kaivoissa

Raja-Karjalan ja Turusen kaivoissa (taulukot 2 ja 3) oli vuonna 1971 korkeat fenolipitoisuudet, 320 - 390 µg/l. Vuodesta 1972 lähtien kaikkien kaivojen fenolipitoisuudet ovat olleet pieniä ja ainoastaan 1982, 1984 ja 1986 yksittäisissä havainnoissa eri kaivoissa on esiintynyt fenolia vaihtelun ollessa rajoissa 1 - 75 µg/l. Syyskuussa 1984 kaikissa kaivoissa lukuun ottamatta koulun kaivoa fenolipitoisuudet olivat yleistä tasoa korkeammat, 28 - 75 µg/l. Välittömästi itse kyllästämoalueen kaivoissa 1 ja 2 fenolipitoisuudet ovat vaihdelleet huomattavasti. Näissä kaivoissa on havaittu myöskin suurimmat pitoisuudet. Maksimi-arvot ovat olleet kaivossa 1 57 000 µg/l ja kaivossa 2 53 000 µg/l. Mainitut maksimi-arvot sattuvat myös eri vuodenaikoihin, varhaiskevääseen, syksyyn ja talveen. Kyllästämoalueen kautta virtaava pohjavesi purkautuu todennäköisimmin Everikinpuroon. Välialueella ovat mm. Turusen ja Kauppayhtiön kaivot.

Vuoden 1975 korkeiden fenolipitoisuuksien jälkeen vasta 1982 kesällä mm. Turusen kaivossa oli kolmena peräkkäisenä kuukautena (elo-loka) normaalia korkeammat fenolipitoisuudet. Samoihin aikoihin kyllästämön kaivossa 1 havaittiin jälleen korkeita fenolipitoisuuksia (1982-83).

Havaintokerrat 29.3.1984, 10.9.1984 ja 17.6.1986 antoivat jälleen normaalia korkeammat pitoisuusarvot mm. Turusen kaivon pohjavedessä. Samanaikaisesti myös Mustosen kaivossa fenolipitoisuudet olivat korkeat, vaikka se sijaitsee kyllästämöalueen luoteisosassa ja pohjaveden virtaukseen nähden ylävirran puolella päävirtausvyöhykkeessä.

6.1.2 T ä m ä n t u t k i m u k s e n h a v a i n n o t

Eri havaintopisteissä (taulukko 4) luonnollisen pohjaveden laatu vaihtelee hyvin vähän. Pohjavesi on lievästi hapanta pH-arvon vaihdellessa välillä 5,8 - 6,7. Pisteiden 1 alueella kokonaistypen (1,1 - 5,8 mg/l) ja nitraatin (4,4 - 8,0 mg/l) arvot ovat korkeammat kuin muulla alueella. Kloridipitoisuus on pisteissä 4 ja 5 suurempi kuin muissa havaintokohteissa, enimmillään 30 - 36 mg/l. Yleisesti alueen pohjavesi on tasalaatuista.

Kyllästämötoiminnassa esiintymättömien raskasmetallien lyijyn (Pb), sinkin (Zn) ja kadmiumin (Cd) pitoisuudet olivat pieniä. Ainoastaan havaintopisteessä 2 lyijypitoisuus saavutti yhtenä havaintokertana talousvedessä sallitun enimmäismäärän 0,05 mg/l. Arvot edustanevat yleensä pohjaveden luonnollisia tausta-arvoja.

Pohjaveden syanidipitoisuus eri havaintopisteissä (2, 4, 1, 5 ja 110) vaihtelee jonkin verran (0 - 0,094 mg/l) ja joinakin havaintokertoina ylittää sallitun pitoisuusarvon 0,05 mg/l. Koska kyseessä ovat yksittäiset näytteenotokerrat, ei syanidin pysyvyydestä pohjavedessä voi tehdä mitään johtopäätöksiä, sikälikin kun arvioita vaikeuttaa tausta-arvojen puuttuminen.

Kyllästämöalueella ja ympäristössä orgaanisen kokonaishiilen määrä vaihtelee rajoissa 1,7 - 21 mg/l. Pohjavesien luonnollista taustaa ei tunneta, mutta normaalisti se tuskin ylittää määrää 5 mg/l. Suurimmat pitoisuudet esiintyvät pisteissä 1 (17 - 21 mg/l) ja 2 (8,2 - 14 mg/l).

Tutkimuksen yhteydessä määriteltiin kreosoottiöljyn sisältämät fenolit, o-kresoli, m-kresoli, p-kresoli ja l-naftoli. Klooratuista fenoleista määriteltiin tetra- ja pentakloorifenolit.

Yleisesti voidaan todeta, että pitoisuudet ovat pieniä ja suurelta osin alle määrittelyrajojen. Fenolia ja kreosootteja ei esiintynyt lainkaan. Tetra- ja pentakloorifenoleja oli kaikki havaintopisteet huomioonottaen <0,01 - 5,9 µg/l.

Pentakloorifenolia oli yli 5 µg/l havaintopisteissä 4 A ja 5, jotka ovat virtausolosuhteisiin nähden kyllästämön alapuolella. Kyllästämön vaikutus näkyy ajoittain kohonneina kloorifenolipitoisuuksina juuri havaintokohteissa 4 A, 4 B ja 5.

Pohjaveden arseeni-, kromi- ja kuparipitoisuudet ovat pieniä verrattuna sallittuihin raja-arvoihin, joihin pidetään arseenille ja kromille 0,05 mg/l ja kuparille 0,3 mg/l. Arseenipitoisuus vaihtelee 0 - <0,05 mg/l, kromipitoisuus 0 - 0,046 mg/l ja kuparipitoisuus 0 - <0,35 mg/l välillä. Arseenin vesiliukoisuus on suurin ja pH-arvon laskiessa se on liukoisempaa ja liikkuvampaa. Alueen pH-arvo vaihtelee rajoissa 5,8 - 6,7. Ympäristön happamuusaste on varsin muuttumaton, kuten arseenipitoisuuskin. Kromia esiintyy vain yhdessä havaintokohteessa lähes sallittu enimmäismäärä. Samoin kuparia. Pienten pitoisuuksien esiintyminen lähes kaikkialla alueella viittaa raskasmetalliarvojen edustavan lähinnä luonnossa esiintyviä tausta-arvoja.

6.2 YLÄMYLLYN TARKKAILUTULOKSET (ei taulukoitu)

Kaivohavainnot

Kaivojen kromi-, kupari- ja arseenipitoisuudet ovat koko alueella em. havaintokautena pieniä. Vain yksittäisiä kohonneita pitoisuuksia esiintyy satunnaisesti. Minimi- (17.2.83) ja maksimi- (25.10.83), jotka esiintyvät samanaikaisesti kaikissa havaintopisteissä, johtunevat näytteenotto- ja analyysitekniikasta. Sen sijaan E. Kopposen kaivon kuparipitoisuus on ollut korkeampi kuin muissa havaintopisteissä koko havaintojakson ajan. Pitoisuudet eivät kuitenkaan ylitä sallittua raja-arvoa 0,3 mg/l. Kaivo sijaitsee n. 250 metriä kyllästämöalueelta etelään.

Purohavainnot

Kyllästämöalueen länsipuolella n. 350 metrin päässä olevan puron vedessä on ollut koko havaintojakson ajan korkeita arseeni- ja kromipitoisuuksia. Korkein tutkittu arseenipitoisuus on ollut 0,43 mg/l ja kromipitoisuus 0,36 mg/l. Yleensä ko. pitoisuudet ovat olleet 0,1 - 0,3 mg/l välillä. Sen sijaan kuparia ei esiinny havaintojakson vesinäytteissä, mitkä havainnot ovat sopusuhteissa edellä esitettyjen kirjallisuushavaintojen kanssa.

6.3 VIERUMÄEN TEOLLISUUS OY:N KYLLÄSTÄMÖALUEEN HAVAINNOT

6.3.1 K o e k u o p p a h a v a i n n o t

Kyllästämöalueella (kuva 6) otettiin matala- (0 - 1,1 m) ja syvä- (1 - 3 m) näytteitä. Maanäytteistä määritettiin fenolipitoisuus mg/kg ja raskasmetallit kupari, kromi ja arseeni, taulukot 5 - 7. Koekuoppia oli 6 kpl.

Matalanäytteet Fenolimääritykset

Matalanäytteitä oli otettu vuosina 1982, 1984 ja 1986 pisteistä 1, 2 ja 3, taulukko 5. Tuloksista on selvästi havaittavissa, että fenoli pidättyy voimakkaasti maaperässä hiekka- pintakerrokseen (0 - 5 cm). Vuonna 1982 havaittiin pintakerroksessa 150 mg/kg olevia fenolipitoisuuksia. Jo 0,5 metrin syvyydessä pitoisuus oli niinkin pieni kuin 0,03 - 3,5 mg/kg. Toisaalta oli todettavissa, että vertikaalisuunnassa fenolien pidähtyminen oli epätasaista. Kloorifenolit akkumuloituvat hienorakeisissa maalajeissa kuten savi, paremmin kuin karkearakeisissa, sora ja hiekka. Vuonna 1984 otetuissa näytteissä fenolien määrä oli kaikissa kerroksissa alle 1 mg/kg. Vuonna 1986 havaittiin uudelleen kohonneita fenolipitoisuuksia pintakerroksessa (4,7 - 4,8 mg/kg). Suurimmat fenolipitoisuudet olivat pisteen 1 alueella, valutustasanteen kohdalla.

Syvänäytteet Fenolimääritykset

Maanäytteiden fenolipitoisuudet (taulukko 6) olivat pieniä, <0,01 - 0,08 mg/l lukuun ottamatta pisteen 14 arvoa 7,8 mg/l. Piste 14 sijaitsee pylväiden varastoalueella. Korkea pitoisuus esiintyy vain maaperän pintakerroksessa, 0 - 0,05 metrissä. Kaikissa pisteissä 1 - 3 metrin syvyydessä pitoisuus vaihteli vain vähän (<0,01 - 0,06 mg/l). Vertailuhavaintona fenolit määritettiin ns. 0-pisteestä, joka sijaitsi n. 600 metrin päässä kyllästämöltä pohjoiseen. Näyte otettiin 0,6 metrin syvyydestä ja sen fenolipitoisuus oli <0,01 mg/l. Kyllästämöalueella fenoleja esiintyy siten pidähtyneenä ennenkaikkea maaperän pintakerrokseen alle 1 metrin syvyyteen riippuen maan hienoainespitoisuudesta ja siten sen läpäisevyyssominaisuuksista.

Raskasmetallimääritykset

Suolakyllästämöalueella (piste 13) arseenia tavattiin eniten aivan pintakerroksessa, 0 - 0,05 metrissä 311,9 mg/kg. Yhden metrin syvyydessä sitä oli enää 10,7 mg/l ja kolmen metrin 2,4 mg/l. Varastoalueella (piste 12) arseenia kulkeutui runsaammin syvemmälle (pinnassa 10,9 ja 2 metrissä 33,6 mg/kg).

Kuten aiemmin todettiin, vertikaalisuunnassa epätasaisuus johtuu mm. eri karkeusasteisista maakerroksista. Merkille pantavaa on myös kuparin pidähtyminen varsin tasaisesti aina kolmeen metriin saakka. Korkein pitoisuus, 177 mg/kg, tavattiin itse suolakyllästämön alueella (piste 13). Raskasmetalleista kromia esiintyi kaikista vähiten (0,62-2,4 mg/kg). Se pidähtyi pääasiassa aivan pintakerrokseen, mutta sitä oli varsin tasaisesti kaikissa näytteissä aina kolmen metrin syvyyteen saakka.

6.3.2 P o h j a v e s i e n l a a t u h a v a i n n o t

Kaivot

Kaivovesien (ei taulukoitu) pH-arvot vaihtelevat 6,0 - 7,1 välillä. Eri kaivovesillä on hieman toisistaan poikkeavat pH-arvot. Havaintojakson aikana pohjaveden happamuusasteessa ei ole tapahtunut olennaisia muutoksia.

Havaintokaivojen veden sähkönjohtavuus vaihtelee rajoissa 6,9 - 38,1 mS/m. Kaivon 12 arvot poikkeavat (18,8 - 38,1 mS/m) muiden kaivojen arvoista, jotka ovat huomattavasti pienemmät. Sähkönjohtavuudet ovat yleisesti pieniä ja mitään olennaisia muutoksia ei ole havaintojakson aikana tapahtunut.

Raskasmetallien kuparin, kromin ja arseenin pitoisuudet ovat erittäin pienet. Suurimmaksi osaksi ne ovat alle määrittysrajojen, joten ne edustanevat luonnollisia tausta-arvoja.

Lähteet

Lähteet I - III (taulukko 8) sijaitsevat kyllästämöalueen ulkopuolella, sen koillis-, lounais- ja eteläpuolilla, kuva 5. Vuonna 1983 lyhytaikaisen havaintojakson aikana tutkittiin pohjavesinäytteistä kupari-, kromi- ja arseenipitoisuudet sekä kloorifenolit.

Lähteiden pohjavedessä ei ollut ilmeisiä luonnollisia tausta-arvoja suurempia määriä raskasmetalleja. Kloorifenolipitoisuudet olivat kaikissa lähteissä pienet. Kyllästämöaluetta lähinnä olevan lähteen III pitoisuudet olivat suurimmat, 0,5 - 2,0 µg/l.

Tervalampi

Tervalampi (tuloksia ei taulukoitu) sijaitsee kyllästämön käsittelylinjan loppupään tuntumassa. Lammen vesi on hyvin hapanta. pH-arvo vaihtelee rajoissa 4,3 - 5,1. Sähkönjohtavuus-arvot ovat myös erittäin pieniä, vaihteluväli 2,2-3,8 mS/m.

Kupari-, kromi- ja arseenipitoisuudet ovat pienet eivätkä poikkeavat pohjavedestä määritetyistä pitoisuuksista. Kloorattujen fenolien pitoisuudet ovat samoin pienet. Arvot vastaavat ympäristön pohjavedestä määritettyjä (<0,5 - 3 µg/l).

Kahtena havaintokertana pitoisuudet ovat ylittäneet määrän 1 µg/l. Yleensä pitoisuudet ovat 0,5 - <1 µg/l välillä. Tervalammen kloorifenolipitoisuuteen voi vaikuttaa vain ilman kautta tapahtuva kontaminaatio.

7

KYLLÄSTÄMÖIDEN YLEISTARKASTELU

Tutkimuksen kohteena olleet kyllästämöt sijaitsevat hiekka- ja sora-alueilla. Mm. vesi- ja ympäristöhallituksen määrittämällä ns. tärkeillä pohjavesialueilla niitä oli 12 kappaletta vuonna 1983 (Loikkanen 1984).

Sijaitessaan vettä hyvin läpäisevillä maa-alueilla kyllästeaineiden pääsy syvemmälle maakerrokseen ja aikaa myöten pohjavesivyöhykkeeseen on todennäköisempää kuin maa-alueilla, jotka sisältävät runsaasti hienorakeisia maalajitteita.

Höljäkän kyllästämö sijaitsee matalan harjujakson päällä, jossa on ohuelti hienorakeisia maalajitteita pohjavesikerroksen päällä ja osittain karkeampaakin (sorakuoppien pohjat). Huolimatta ohuesta maakerroksesta ja hyvistä edellytyksistä haitta-aineiden kulkeutumiselle, pohjavedessä esiintyvien kyllästeaineiden määrät olivat tämän tutkimuksen havaintopaikoissa (taulukko 4) erittäin pienet. On ilmeistä, että alueella ko. aineita käsitellään kontrolloidusti ja suuria päästöjä ei maaperään ole tapahtunut. On vaikeaa tulkita, mistä kyllästämön kaivojen 1 ja 2 satunnaisesti havaitut korkeat fenolipitoisuudet johtuvat. Varsinaisen pohjavesialueen ulkopuolella olevista kaivoista (mm. Hotelli Jurtti ja Nevalainen) on tavattu kyllästeistä peräisin olevia aineita, joten näissä tapauksissa kyseessä täytyy olla ilman kautta tapahtunut kontaminaatio.

Kontiolahdella tapahtunut (1977) satunnainen kyllästeaineen maahanpäästö sekä muut aikaisemmin esiintyneet häiriöt ovat aiheuttaneet pohjaveden päävirtaussuunnassa haittavaikutuksia. Ne ilmenevät alueella erityisesti havaintokohteen 7, laskupuron veden korkeina arseeni- ja kromipitoisuuksina. Vaikka kyllästämöalueella muutoin kyllästeaineita on sen pitkän toimintakauden aikana käsitelty huolellisesti, ovat em. päästöt aiheuttaneet pitkäaikaisen, satojen metrien päässä jatkuvasti havaittavan haittavaikutuksen.

Jos maakerroksen paksuus on suuri ja maaperä hienorakeista, haitta-aineiden pidäytyminen voi olla täydellistä jo pohjaveden yläpuolella olevissa kerrostumissa. Tämän tyyppinen tilanne on mm. Vierumäen kyllästämön alueella. Käsittelyalueelta otetut hiekkamaanäytteet osoittavat, että vaikka kyllästeitä käsitellään määrällisesti paljon, voivat haitta-aineet edullisissa maaperäolosuhteissa pidättyä jo aivan pintakerrokseen ja kulkeutuminen mm. pohjaveteen estyy.

Ympäristön kaivojen ja lähteiden pohjavedessä esiintyi vain hyvin pieniä määriä kyllästeistä indikoivia aineita. Edellytyksenä alueen "puhtauteen" on ollut myös kyllästeaineiden huolellinen käsittely. Tälläkin alueella ilman kautta tapahtuvasta kontaminaatiosta on merkkejä Tervalammen pintavedessä.

8

PÄÄTELMIÄ JA SUOSITUKSIA

1. Sijaitessaan hyvin vettä läpäisevillä hiekka- ja sora-alueilla, kyllästämöt muodostavat ympäristöriskin ja epäedullisissa olosuhteissa ympäristöhaitan. Haittoja voi esiintyä hyvinkin kaukana ja laajalla alueella riippuen kunkin alueen hydrogeologisista olosuhteista ja siitä, miten suurista kyllästeainemääristä on kysymys. Olosuhteet kyllästämöalueilla ovat vaihtelevia ja hyvinkin erilaisia, jolloin "kaavamainen" haittojen jäljittäminen on yhä vaikeampaa.
2. Tutkimuksen havainnot osoittavat, että tavanomaiset vedenlaatumääritykset eivät paljasta haittavaikutuksia pohjavesiväyhytyksessä. Mm. indikaattorina käytetty kokonaisfenolimääritys ei kerro kloorattujen, kyllästeisiin viittaavien fenolien esiintymistä. Raskasmetalleja esiintyy maaperässä jo luonnostaan eikä niiden tausta-arvoista olla varmoja. Niiden olemassaoloa pohjavedessä ei "huomaa" niin helposti kuin yleensä fenolien, joilla maku- ja hajukynnykset ovat matalat.
3. Puunkyllästämöalueita olisikin tutkittava hydrogeologien olosuhteiden vaihtelevuuden takia aluekokonaisuutena ottaen huomioon sen, että mm. indikaattoreiden (fenolien sekä raskasmetallien kuparin, kromin ja arseenin) tausta-arvoja ei juuri tunneta.
4. Tämän tutkimuksen yhteydessä myös on tullut esille ilman kautta tapahtuva kontaminaatio, johon on kiinnitettävä entistä enemmän huomiota. Havaintopaikkojen edustava sijainti kulkeutumisten selville saamiseksi on tärkeä. Havaintosarjojen tulisi olla tarpeeksi pitkiä ja säännöllisiä. Lisäksi mahdolliset kontaminaatiot näytteenottohetkellä on minimoitava mm. ottamalla käyttöön parempaa näytteenottovälineistöä ja kehittämällä ottotapoja.
5. Jotta välttyttäisiin pohjaveden likaantumiselta olisi puunkyllästämöt sijoitettava alueille, joiden maa-aines on hienorakeista ja maakerrospaksuus pohjavesiväyhytyksen yläpuolella suuri. Yleensä sijoituslupia ei saisi myöntää varsinaisille pohjavesialueille. Niillä kyllästämöillä,

jotka jo sijaitsevat pohjavedenhankinta-alueilla, tulisi valvontaa tiukentaa ennenkaikkea kyllästeaineiden käsittelyn osalta. Suuret satunnaiset ainepäästöt on estettävä esim. maanpäällisin suojarakentein.

6. Likaantumista epäiltäessä tulisi pyrkiä pohjaveden luonnolliseen koostumukseen kuulumattomien aineiden määrittämiseen mahdollisesta likaajakohteesta saatujen tietojen perusteella.

9

YHTEENVETO

Vesihallinnossa aloitettiin vuonna 1983 tutkimus, jonka tavoitteena oli selvittää erilaisten ihmistoimintojen vaikutusta pohjaveteen. Yhtenä tutkimuskohteena olivat hiekka- ja sora-alueilla (harjumuodostumissa) sijaitsevat puunkyllästämöt (3 kpl). Alueilla tutkittiin kyllästeaineiden (fenolit, kloorifenolit ja raskasmetallit, kupari, kromi ja arseeni) pidättymistä maaperään ja kulkeutumista pohjaveteen.

Tutkimuksessa havaittiin, että Vierumäen kyllästämö-alueen maaperän pintakerroksesta löytyi merkittäviä määriä sekä kloorifenoleja että suolakyllästeessä käytettäviä raskasmetalleja. Pitoisuudet pienenevät nopeasti syvyysuunnassa. Höljäkän kyllästämöalueen välittömässä läheisyydessä olevien kaivojen pohjavesi oli kontaminoitunut, joskin löydökset olivat satunnaisia. Muutoin itse kyllästämöalueen pohjavedessä havaittiin vain vähäistä kontaminaatiota. Kauempana ympäristössä olevien kaivojen ja lähteiden pohjavesissä oli ajoittain merkkejä kyllästeaineista. Kaivojen osalta kyseessä on osin ilmakehän kautta tapahtunut kulkeutuminen. Kyllästämön vaikutus näkyi jatkuvasti voimakkaimmin Ylämyllyn alueella olevan puron vedessä, jossa on havaittu korkeita arseeni- ja kuparipitoisuuksia, ilmeisesti tapahtuneen satunnaisen päästön seurauksena.

Puunkyllästämöiden aiheuttamia haittavaikutuksia on tutkittava kokonaisuuksina. Lisäksi on kiinnitettävä huomiota alueen hydrogeologisiin olosuhteisiin ja havaintopisteiden edustavuuteen.

Fenolien ja kyllästeissä käytettyjen raskasmetallien luonnollisia tausta-arvoja ei tunneta hyvin, minkä vuoksi niitä pitäisi tutkia. Niinikään tutkimuksissa tulisi kiinnittää huomiota pohjaveden luonnollisista aineosista poikkeavien aineiden määrittämiseen.

SAMMANDRAG

I vattenförvaltningen påbörjades år 1983 en undersökning, vars mål var att utreda olika mänskliga aktivitetens inverkan på grundvattnet. Ett undersökningsobjekt var träimpregneringsanläggningar (3st.) i sand- och grusomroden (åsformationer). I områdena undersöktes absorptionen av impregneringsmedlen (fenoler, klorfenoler och tungmetallerna koppar, krom och arsen) i jordmånen och transport i grundvattnet.

I undersökningen (Vierumäki) observerades, att omedelbart i markytan inom impregneringsanläggningens område upptäcktes betydande mängder både klorfenoler och tungmetaller, som används i saltimpregnering. Halterna sjunker snabbt i de djupare markskikt. I Höljäkkä grundvattnet i brunnarna i omedelbar närhet av impregneringsanläggningens område var kontaminerat med impregneringsmedel. I grundvattnet i brunnar och källor på längre avstånd i omgivningen fanns rester av impregneringsmedel i låga halter. Beträffande brunnarna var det delvis frågan om luftburna ämnen. Kraftigast syntes impregneringsanläggningens inverkan i vattnet i en bäck som rinner genom Ylämylly-området. Där observerades höga arsen- och kopparhalter uppenbart som en följd av ett tillfälligt utsläpp.

De skadliga effekterna hos träimpregneringsanläggningarna bör undersökas som helheter. Därtill bör uppmärksamhet fästas vid områdets hydrogeologiska förhållanden och på hur representativa observationsplatserna är.

De naturliga bakgrundshalterna för fenoler och de i impregneringsmedlen ingående tungmetallerna är ofullständig kända, varför uppmärksamhet borde fästas vid undersökningen av dem. Likaså borde i undersökningarna uppmärksamhet fästas vid den avvikande analytik som de från de naturliga avvikande ämnena i grundvattnet kräver.

SUMMARY

The National Board of Waters and the Environment started in 1983 a research project to investigate the influence of different human activities on groundwater. A part of the project covered areas of wood impregnation plants (3 pc) situated on sand and gravel formations (esker formations). The subject of studies on those areas was the manner how impregnants (phenol, chlorinated phenols, heavy metals, copper, chrome, and arsenic) remained in soil and spread into the groundwater.

It was observed in one plant (Vierumäki) that immediately in topsoil layer of the plants there were considerable amounts of chlorinated phenols and heavy metals used in saltimpregnation. Concentrations decreased in direct relation of the depth of observation levels. In another plant (Höljää) groundwater of the wells in the immediate vicinity of the plant was occasionally contaminated. The protecting layer was thin. Otherwise the impact on groundwater in the area of the impregnation plant itself was only slight. In the groundwater of the wells and springs in surrounding some traces of impregnants were observed. In those wells contamination was caused partly through the air. The greatest influence of the impregnation plant was observed in the brook of the area of Ylämylly, where high arsenic and copper contents were observed. The reason for this were probably occasional leakage happened earlier.

The harmful impacts on the groundwater caused by impregnation plants must be considered in its entirety. Furthermore the knowledge of hydrogeology of the area and the representativeness of observation points are of great importance.

The natural background values of phenols and heavy metals are not known very well. That is why more attention should be paid to investigate them. The analytical investigations must be concentrated to the parameters, which can indicate pollution without being the natural parameters of groundwater.

KIRJALLISUUTTA

- Bedient, P. C., Rodgers, A. C., Bouvette, T. C., Tomson, M. B. & Wang, T. H. 1984. Ground-Water Quality at a Creosote Waste Site, Groundwater Vol. 22, No. 3, pp. 318 - 329.
- Bergman, G. 1984. Analys av jord och grundvatten vid tre impregneringverk, ILV NYTT, nr 1. 13 - 14.
- Isaksson, B. & Persson, I. 1983. Utlakning av koppar, krom och arsenik från impregnerat träavfall i mark, Examensarbete i marklära. Upsala, Institutionen för markvettenskap Sveriges lantbruksuniversitet.
- Kitunen, V., Valo, R., Salkinoja-Salonen, M. & Räisänen, S. 1985. Analysis of Chlorinated Phenols, Phenoxyphenols and Dibenzofurans around Wood Preserving Facilities. Environmental Analytical Chemistry (manuscript).
- Lahontorjuntayhdistys. 1985. Kyllästämöiden ympäristönsuojelu- ja työsuojeluohje. Valtion painatuskeskus.
- Loikkanen, S. 1984. Ihmisen toiminnan vaikutus pohjaveteen. Väliraportti I. Kuopion yliopiston työ- ja teollisuushygienian laitos, 22 s. Moniste.
- Lääkintöhallitus. 1984. Kirje vesihallitukselle Nro 764/562/84.
- Paasivirta, J. 1978. Kloorifenolit - myrkkyjä, ehkä ympäristömyrkkyjä, Kemia-Kemi no 9, ss. 367 - 369.
- Pettersson, A.-S. 1982. Kreosotförorening av mark och vatten. Stockholm, Institutionen för Kulturteknik Kungliga Tekniska Högskolan.
- Räisänen, S. & Salkinoja-Salonen, M. 1983. Klooratuista dioksiineista ja furaaneista, Kemia-Kemi, No 11, ss. 903 - 908.
- Solyom, P. & Mideus, H. 1983. Förorening av mark och grundvatten vid träimpregnerings verk. Svenska träskyddsinstitutet, nr 146.
- Suomen Kaupunkiliitto. 1985. Vesijohtoveden laadun valvonta. Kaupunkiliiton julkaisu B 194. Helsinki.

Valo, R., Kitunen, V., Salkinoja-Salonen, M. & Räisänen, S. 1984. Chlorinated Phenols as Contaminants of Soil and Water in the Vicinity of Two Finnish Sawmills, Chemosphere, Vol. 13, No 8, pp. 835-844.

Vesihallitus. 1985. Selvitys saha- ja kyllästystoiminnan sekä uiton ja tukkien varastoinnin vesiensuojelukysymyksistä. Helsinki. 106 s. Tiedotus 258.

